

共通課題解決型基盤技術開発

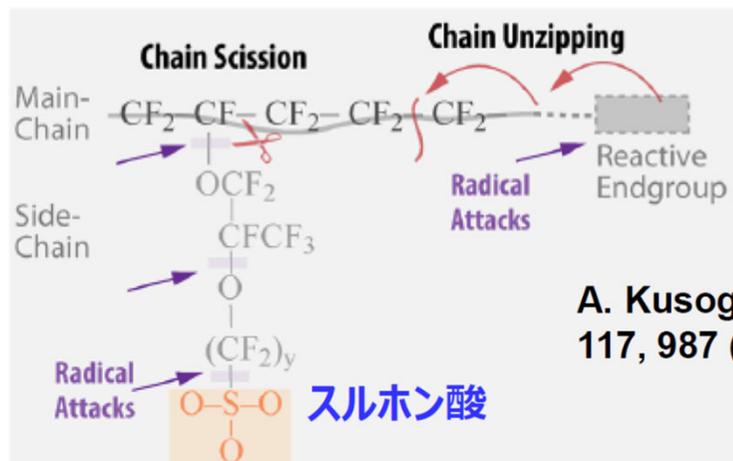
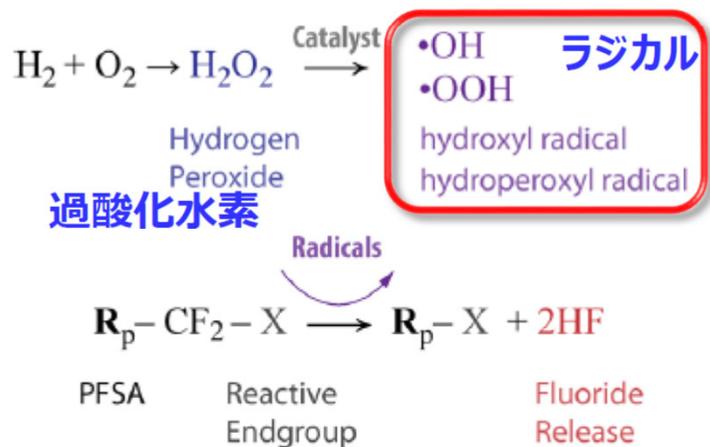
「高耐久性を目指したラジカルクエンチャーの研究開発」

上智大学

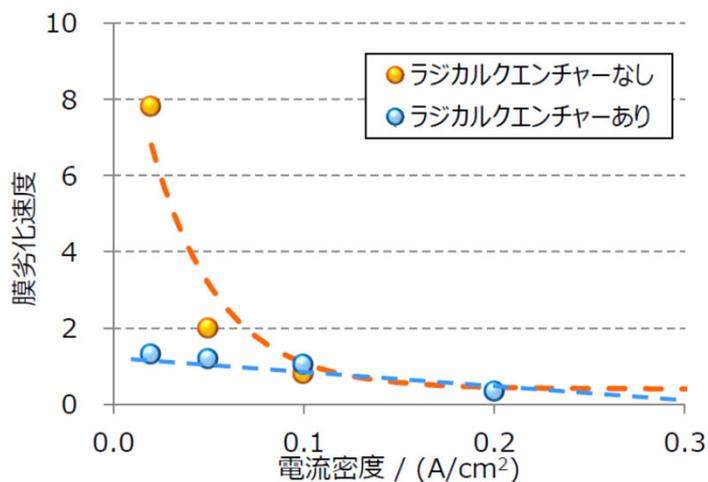
2020年10月27日

ラジカルクエンチャーによる膜耐久性向上

高分子電解質膜の化学劣化



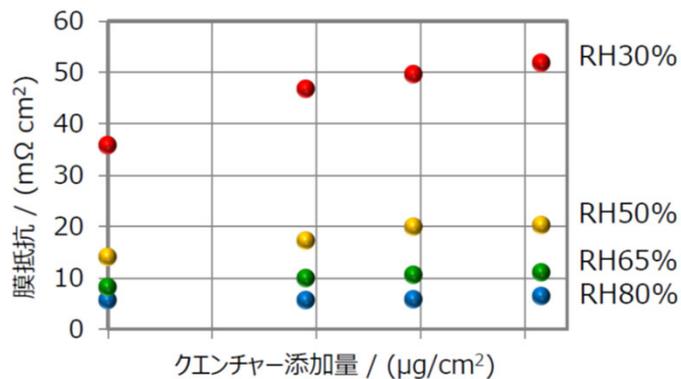
ラジカルクエンチャーとしてセリウムイオン等を添加



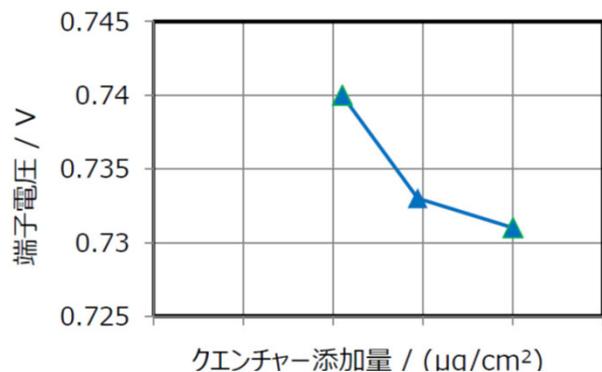
電流密度の低いアイドル状態において
 現行MEA電解質材料の劣化抑制の
 必須対策となっている

ラジカルクエンチャーの課題

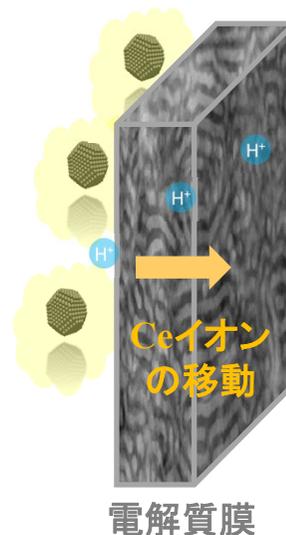
<膜単体抵抗>



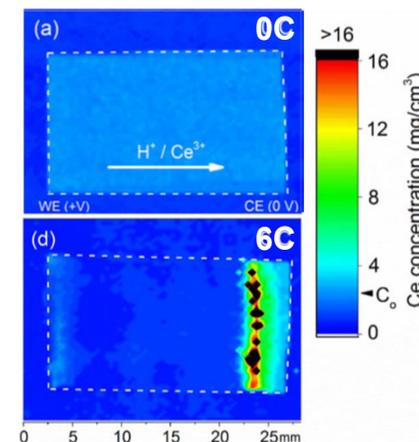
<発電性能>



クエンチャー量の増加に伴い
抵抗増加⇒出力低下



A. M. Baker et al., *J. Electrochem. Soc.*, 164, F1272 (2017)



運転中にクエンチャーが移動(特に面方向)し
劣化抑制効果が低下⇒性能低下、FC耐久性低下

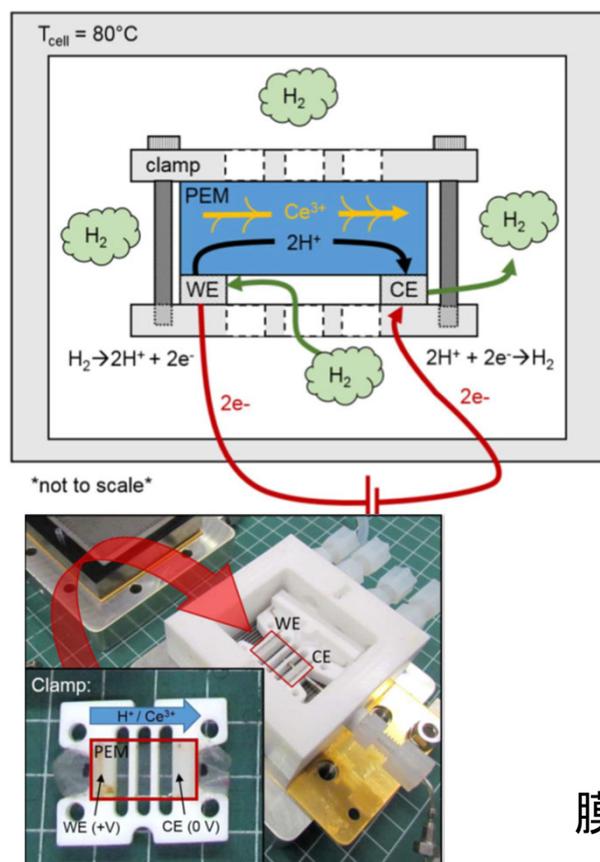
本事業の狙い

- ✓クエンチャー移動の解析
- ✓クエンチャー移動の抑制
- ✓新規クエンチャーの開発

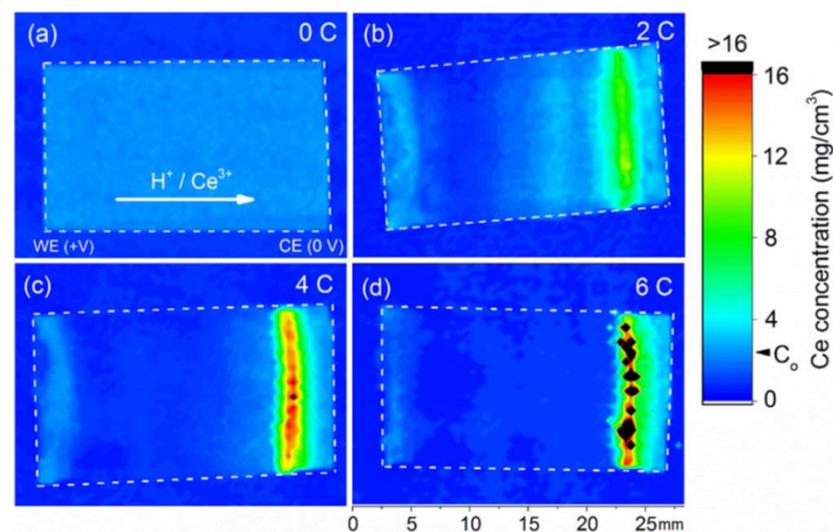
①セリウム系ラジカルクエンチャーの移動解析と移動抑制技術の構築

a) In-situ測定と定量化

先行研究



A. M. Baker et. al., *J. Electrochem. Soc.*, 164, F1272 (2017)



試料: Nafion XL

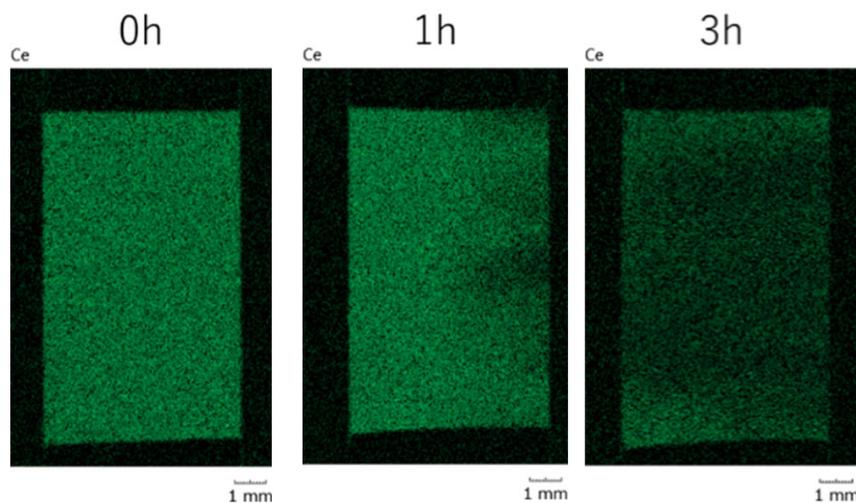
PEMs are $27.5 \mu\text{m}$ thick and contain $2.4 \text{ mg}/\text{cm}^3$ ion-exchanged Ce.

膜中のセリウムイオンがほぼ3時間でカソード側へ移動

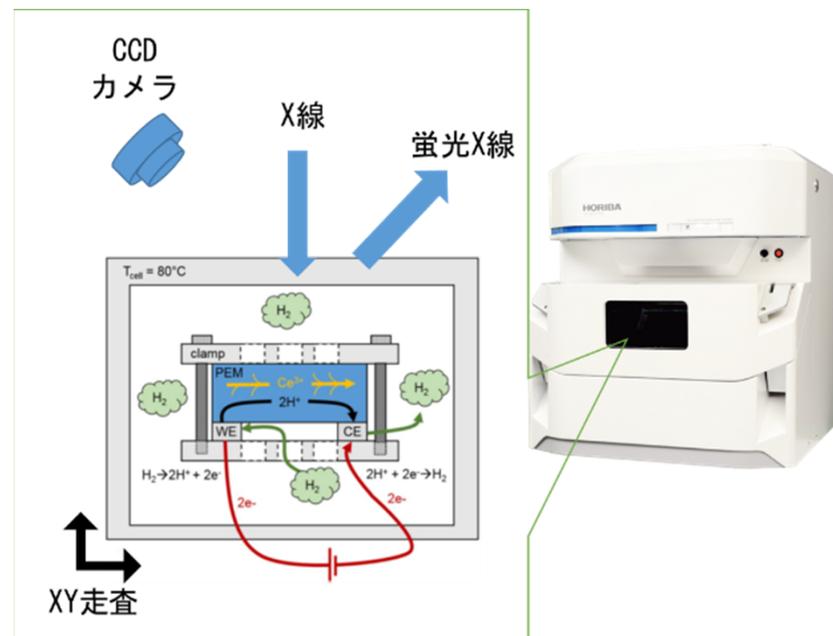
①セリウム系ラジカルクエンチャーの移動解析と移動抑制技術の構築

a) In-situ測定と定量化

(バッチ測定)



フッ素系電解質膜におけるセリウムイオンの移動



顕微蛍光X線を用いたIn-situ測定

ガス、温度、湿度条件制御下において、顕微蛍光X線を用いたIn-situ測定を行う
→実際の作動環境に近い条件下での移動速度を定量化する

①セリウム系ラジカルクエンチャーの移動解析と移動抑制技術の構築

b) ラジカルクエンチャーの移動抑制技術

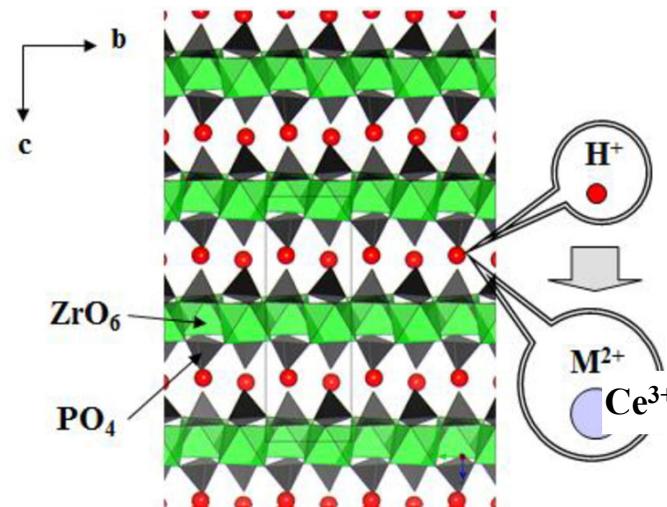
リン酸ジルコニウム



無定型、層状、ネットワーク状等の構造をとる

官能基導入による特性付与が可能

- ・プロトン伝導性
- ・層間距離制御
- ・保水性

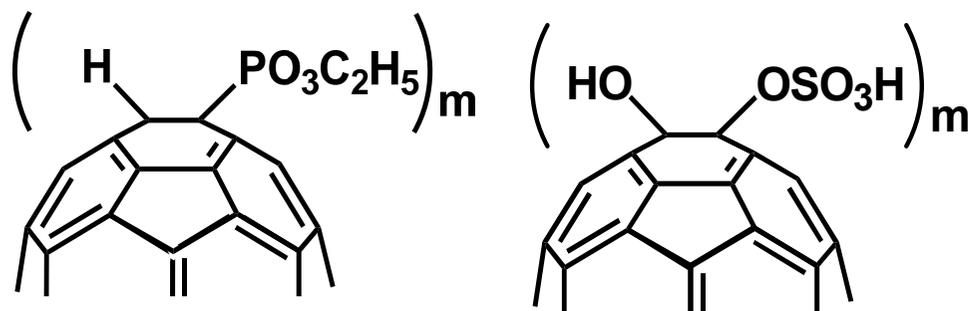


高濃度のセリウム塩水溶液に浸漬、加熱
→セリウムイオンをトラッピングさせ定量的に導入可

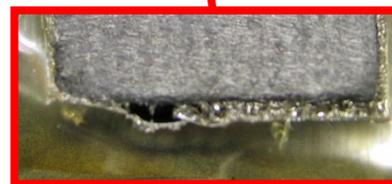
セリウムイオンを内包したリン酸ジルコニウムの
ラジカルクエンチャー移動抑制効果を定量化する

②新規な低分子ラジカルエンチャーと酸素透過抑制技術の開発

a) 新規な低分子ラジカルエンチャーの開発



低分子ラジカルエンチャー



S-PEEK



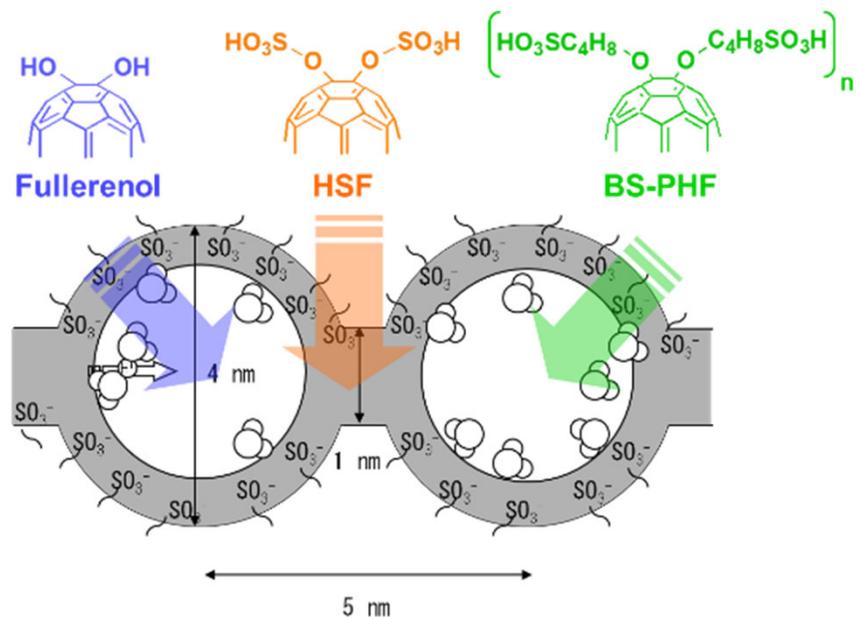
S-PEEK/PHSF 10 wt. %

新規材料複合化によりラジカル耐性向上を確認

- ・非イオン性、耐水性を有する有機低分子化合物の開発
- ・分解挙動調査により、ラジカルエンチ機構を解析する

②新規な低分子ラジカルクエンチャーと酸素透過抑制技術の開発

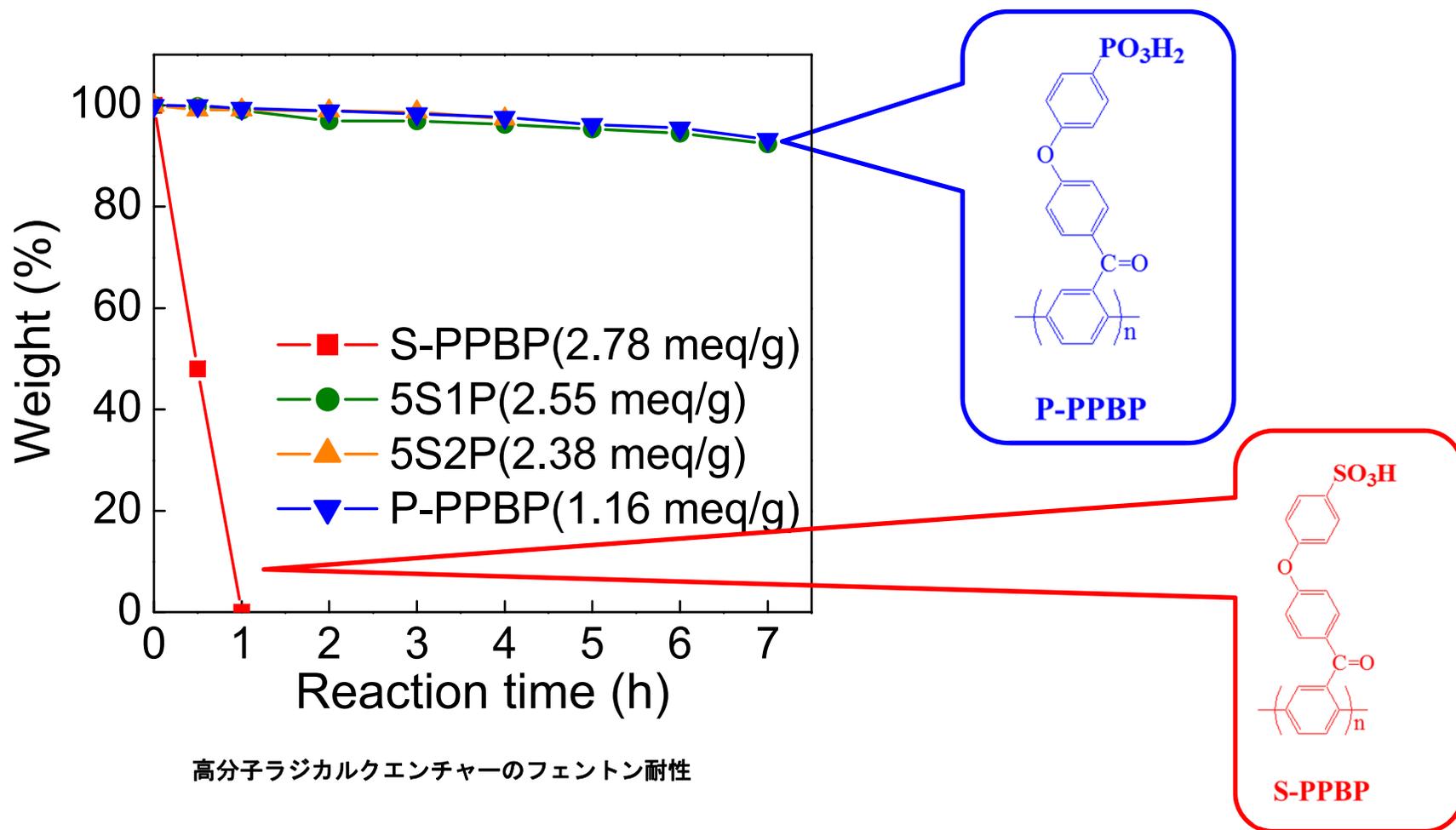
b) 酸素透過抑制技術の開発



フッ素系電解質膜の親水性ブロックを
物理的、化学的に架橋

新規ラジカルクエンチャー(フラーレン類)により物理的、化学的架橋させる
→電解質膜の可塑化と膨潤抑制、燃料ガス透過抑制
→炭化水素系電解質材料とフッ素系電解質材料の接着剤として利用

③ラジカルクエンチ能を有する高分子電解質の開発



ラジカルクエンチ能を持つホスホン酸基等を有する高分子電解質を、
現行フッ素系電解質材料にハイブリッド化し、ラジカル耐性向上を図る

スケジュール

研究開発項目	2020	2021	2022	2023	2024
①セリウム系ラジカルクエンチャーの移動解析と移動抑制技術の構築					
a) In-situ測定と定量化					
b) ラジカルクエンチャーの移動抑制技術					
②新規な低分子ラジカルクエンチャーと酸素透過抑制技術の開発					
a) 新規な低分子ラジカルクエンチャーの開発					
b) 酸素透過抑制技術の開発					
③ラジカルクエンチ能を有する高分子電解質の開発					

<最終目標>

- ・2021年度末にFC起動時にセリウムイオンの移動速度を50%低減する技術を開発する。
- ・2023年度末にFC起動時に移動のないラジカルクエンチャーを開発する。